



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Niko-Matti Riihimäki

Korjausprosentin pienentäminen maalaamossa

Skaala IFN Oy

Opinnäytetyö
Kevät 2021
SeAMK Tekniikka
Konetekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Niko-Matti Riihimäki

Työn nimi: Korjausprosentin pienentäminen maalaamossa

Ohjaaja: Jussi Yli-Hukkala

Vuosi: 2021

Sivumäärä: 42

Liitteiden lukumäärä: 2

Tämä opinnäytetyö tehtiin Skaala IFN Oy:lle. Työn aiheena oli maalaamon korjausprosentin pienentäminen. Työssä perehdyttiin ikkunatuotannon maalaamon prosessiin, sekä maalausta edeltäviin työvaiheisiin ja tutkittiin kappaleen pinnanvirheiden korjaukseen johtavia syitä, sekä mietittiin näihin parannusehdotuksia.

Teoriaosiossa perehdyttiin teoriaan puun maaleista ja puun maalaamisesta, sekä puu-alumiini-ikkunoiden sekä niiden pinnanlaadun laatuvaatimuksiin ja määräyksiin. Teoriaosuuden jälkeen paneuduttiin tuotannon nykytilaan ja kappaleen työkiertoon aina varastoinnista pintakäsittelyyn. Kun kappaleen työkierto oli selvillä, perehdyttiin mahdollisiin pinnan virheisiin ja niihin johtaviin tekijöihin. Lopuksi mietittiin parannusehdotuksia, jotka vaikuttaisivat positiivisesti korjausprosenttiin. Työn tuloksena saatiin lista ideoista, joilla yritys saisi mahdollisesti korjausprosenttia pienennettyä maalaamon tiloissa.

¹ Asiasanat: maalaus, tehokkuus, puu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Niko-Matti Riihimäki

Title of thesis: Decreasing the percentage of refinishing in a paint shop

Supervisor: Jussi Yli-Hukkala

Year: 2021

Number of pages: 43

Number of appendices: 2

The thesis was commissioned by Skaala IFN Oy. The subject of the thesis was how to decrease the percentage of repair in the paint shop. The thesis studied the workflow of a window frame in the window production. The aim of the thesis was to find possible factors that would cause a window frame to be repaired and to think of solutions to fix the problems.

The theoretical part of the thesis covered the properties of wood and it presented theory about wood and paints as well as quality requirements for windows and the coating of window parts. Next task was to study the present state of the production and the workflow of a workpiece in the production. After that the thesis studied the possible errors on the surface of a workpiece and the cause for those errors. The result of the research was a list of solutions that might decrease the percentage of the repaired items in the paint shop.

¹ Keywords: painting, efficiency, wood

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva- ja kuvioluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO	9
1.1 Työn tausta	9
1.2 Työn tavoitteet.....	9
1.3 Työn rakenne	9
1.4 Yritysesittely	10
2 PUU RAKENNUSMATERIAALINA.....	11
2.1 Puun kosteus.....	11
2.2 Puun maalaus	13
2.2.1 Maalien ominaisuudet.....	14
2.2.2 Sähköstaattinen ruiskutus.....	14
3 LAATU.....	15
3.1 Ikkunoiden laatuvaatimukset	15
3.2 Valmiin pinnan laatu	16
4 PROSESSIN NYKYTILA	19
4.1 Puutavaran varastointi ennen koneistusta.....	19
4.2 Höyläys	20
4.2.1 Profiilihöylä 1.....	20
4.2.2 Profiilihöylä 2.....	20
4.2.3 Profiilihöylä 3.....	21
4.2.4 Tapituskone	21
4.3 Pintakäsittelyn työvaiheet.....	21
4.3.1 Pohjamaalaus	23
4.3.2 Pintamaalaus	23
4.3.3 Maalin kuivaus	24

5	PINNANLAATUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	26
5.1	Aihion varastointi	26
5.2	Höyläys	27
5.3	Maalausvirheet	28
5.4	Tunnistimet	33
5.5	Tutkimus höylätyn puun kuivumisesta	35
6	TULOKSET	37
6.1	Ilman suhteellinen kosteus hallissa	37
6.2	Puupinojen suojamuovit	37
6.3	Kosteusmittari	38
6.4	Pinnanlaadun tarkastus	38
7	YHTEENVETO	40
	LÄHTEET	41
	LIITTEET	42

Kuva- ja kuvioluettelo

Kuva 1. Pressuhalli	19
Kuva 2. Sisävarasto	20
Kuva 3. Pintamaalaustila	24
Kuva 4. Pohjamaalin kuivausuuni	24
Kuva 5. SCM System 5.2.....	27
Kuva 6. SCM Windor	27
Kuva 7. Halkeama	29
Kuva 8. Jatkosvirhe	30
Kuva 9. Rokonarpi	31
Kuva 10. Valuma	32
Kuva 11. Ohueksi jäänyt maalikerros.....	33
Kuva 12. Kappaletunnistin	34
Kuva 13. Maalattujen kappaleiden varastoalueella säilytetyt testipalat.....	35
Kuva 14. Gann Hydromette HT65 -kosteusmittauslaite	36
Kuvio 1. Puun vuosirenkaat pyrkivät suoristumaan.	12
Kuvio 2. Puutavaran kosteuspitoisuus suhteessa ilman lämpötilaan ja suhteelliseen kosteuteen.	13
Kuvio 3. Puuikkunoiden eri pinnat.....	16
Kuvio 4. Pintakäsiteltyjen puupintojen ulkonäkövaatimukset.	18
Kuvio 5. Työvaiheet.	22

Kuvio 6. Puun kosteusprosentti eri olosuhteissa.....	26
Kuvio 7. Kärrykonsepti 1.....	39
Kuvio 8. Kärrykonsepti 2.....	39

Käytetyt termit ja lyhenteet

Sormijatkettu sahatavara Sormijatkosten avulla yhteen liimattuja sahatavarapätkiä. Sahatavaraa voidaan jatkaa sormijatkoksilla, jos aiheista halutaan normaalia pidempää, oksatonta tai esimerkiksi erittäin suoraa.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Yrityksen tiloissa on maalaamo, jossa ikkunoiden puuosat pintakäsitellään ennen kokoonpanoa. Pintakäsittely saattaa käsittää esimerkiksi maalauksen tai lakkauksen. Maalaus suoritetaan joko sähköstatiikkamaalauksena tai käsin. Kappaleiden pinnalla esiintyy aika ajoin virheitä, jotka johtavat pinnan korjaamiseen. On yritykselle edullista, että korjausprosentti pysyy matalana, sillä jo pienikin muutos korjausprosentissa vaikuttaa suuresti tuotannon läpimenoaikaan ja sujuvuuteen.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on tutustua ikkunateollisuuteen sekä yleisesti että yrityksen näkökulmasta. Tavoitteena on tutustua pintakäsittelyn työvaiheisiin, työtapoihin, maalauslinjastoon sekä pintakäsittelyä edeltäviin työvaiheisiin ja selvittää perimmäiset syyt sille, miksi kappaleita menee korjausmaalaukseen. Kun vaikuttavat tekijät ovat selvillä, pyritään miettimään korjausehdotuksia, joilla korjausprosenttia saadaan pienennettyä.

1.3 Työn rakenne

Luvussa kaksi käydään läpi teoriaa puun käyttämisestä rakennusmateriaalina, puun kosteudesta sekä kosteuden vaikutuksesta puuhun. Teoriaosassa käsitellään myös maalauksen teoriaa, sekä Skaalan maalaamossa käytettyä sähköstatiikkaruiskutusta. Luvussa kolme kerrotaan erilaisista laatuvaatimuksista liittyen puuteollisuuteen, ikkunateollisuuteen sekä puun maalaukseen. Laatuosion kirjoittamiseen on hyödynnetty RT-kortistoa.

Teoriaosan jälkeen siirrytään prosessin nykytilan kuvaukseen. Luvussa kerrotaan, mitä vaiheita puuaihio käy läpi Skaalan tuotannossa aina varastoinnista maalaukseen asti. Teoriaosion jälkeen pureudutaan tarkemmin Skaalan tuotannon nykytilaan. Osiossa keskitytään tuotannon eri vaiheisiin aina varastoinnista maalaukseen. Maalausvaihetta itsessään käsitellään hieman tarkemmin.

Nykytilakuvauksen jälkeen tulee tutkimusosuus, jossa pureudutaan tarkemmin mahdollisiin tekijöihin, jotka vaikuttavat kappaleiden pinnanlaatuun. Osiossa käsitellään myös kappaleiden kuivumistestiä, joka toteutettiin tuotannon tiloissa. Testissä seurattiin kahden viikon ajan yhden maalatun ja yhden maalaamattoman kappaleen kuivumista kahdessa eri tuotannon tilassa. Tutkimusosuuden jälkeen esitellään parannusehdotuksia, jotka mahdollisesti vaikuttavat lopulliseen korjausprosenttiin positiivisesti, sekä näiden parannusehdotuksien vastaanottoa yrityksessä.

1.4 Yritysesittely

Skaala sai alkunsa vuonna 1956, kun Otto Hautanen perusti puusepäntuotteisiin erikoistuneen yrityksen. Elinkaarensa alussa Skaalan tuotevalikoimaan kuului puutarhakalusteita, silityslautoja sekä muita puusepäntuotteita. 1960-luvulla alkoi ikkunoiden ja ovien tuotanto, joiden myynti oli tuolloin paikallista muiden tuotteiden ollessa valtakunnallisessa myynnissä. (Skaala IFN Oy 2021.)

Nykyään Skaala on yksi pohjoismaiden suurimpia ikkuna-, ovi- ja lasiratkaisujen palvelutoimittajia. Skaala-konsernin liikevaihto vuonna 2016 oli 96 miljoonaa euroa. Skaala on kuulunut vuodesta 2017 lähtien Itävaltalaiseen IFN-konserniin. IFN on Euroopan johtava ikkuna-alan toimija. Yrityksen tuotanto Suomessa, Ruotsissa, Venäjällä ja Iso-Britanniassa valmistaa ja myy puu- ja puu-alumiini-ikkunoita ja ovia. (Skaala IFN Oy 2021.)

Skaalan tuotteista suuri osa myydään kotimaahan. Lisäksi tuotteita viedään Venäjälle, Iso-Britanniaan sekä Ruotsiin. Tämän lisäksi Venäjän markkinoita palvelee oma ikkunoita valmistava tuotantoyksikkö Pietarissa. Suomessa Skaalan tuotantoa on Ylihärmässä, Alahärmässä sekä Vetelissä. (Skaala IFN Oy 2021.)

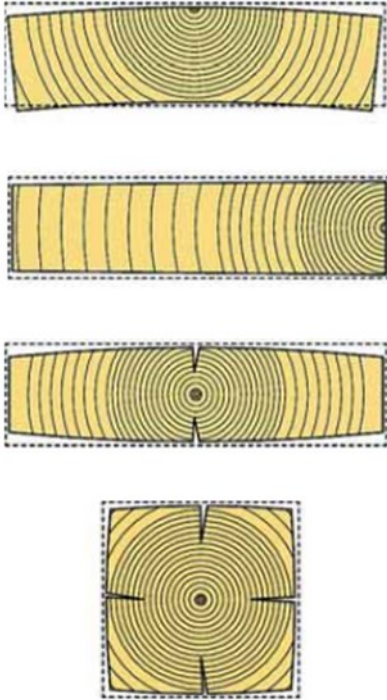
2 PUU RAKENNUSMATERIAALINA

Puu materiaalina mielletään kestäväksi ja ominaisuuksiensa kannalta hyväksi valinnaksi useisiin käyttökohteisiin, kuten siltoihin, huonekaluihin, soittimiin ja pakkauslaatikoihin. Suomessa puu on rakennusmateriaalina erityisen suosittu vapaa-ajan rakentamisessa, kuten kesämökeissä. Puu on kevyttä, mutta silti lujaa. Puun etuna voidaan pitää myös helppoa työstettävyyttä, jonka ansiosta monimutkaisille työkaluille ei ole tarvetta puurakennusten valmistuksessa. Rakennusmateriaalina puu on joiltain ominaisuuksiltaan arka, sillä puu on herkkä palamiselle, lahoamiselle ja homeelle. (Voutilainen ym. 2010, 14.)

Puuta käsitellessä on syytä tuntea puun rakenne, ominaisuudet sekä erilaiset kasvutekijöiden vaikutukset, jotta työstäminen ja tuotteiden valmistus siitä onnistuu. Muun muassa puun oksat saattavat olla tuotteessa joko edullinen tai haitallinen tekijä, ja nämä ominaisuudet tulee tuntea turhien virheiden välttämiseksi. (Isomäki ym. 2002, 9.)

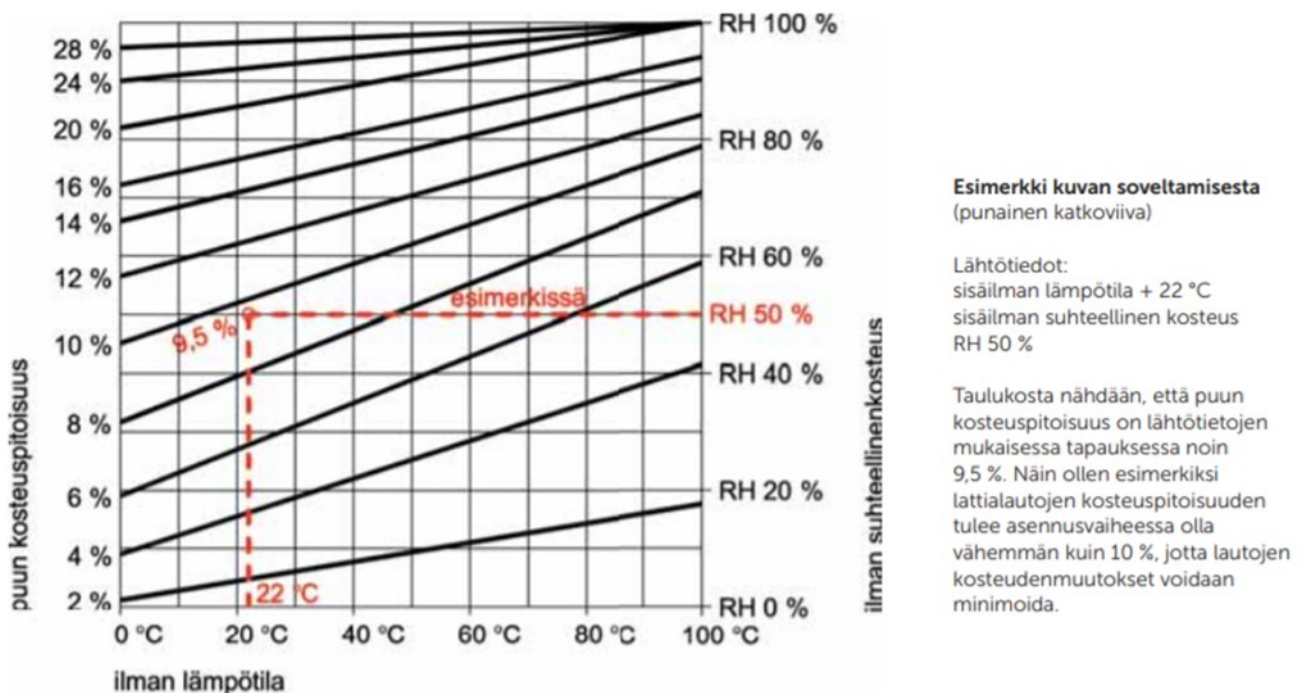
2.1 Puun kosteus

Puusta puhuttaessa kosteuspitoisuus tarkoittaa puussa olevan veden painoa suhteessa puun kuivapainoon, ja se ilmoitetaan prosentteina. Havupuun ollessa tuore, sen kosteuspitoisuus on noin 30 %. Puuta ei juurikaan käytetä kaatotuoreena tai edes ulkoilmassa kuivanneena, vaan se tulee kuivata noin 8–25 % kosteuteen riippuen käyttökohteesta. Jos puun kosteus halutaan olevan alle 15 %, ulkoilmassa kuivaus ei riitä, vaan tulee käyttää keinokuivausta. Keinokuivausmenetelmiä ovat muun muassa kamarikuivaus, kuumakuivaus, lauhdekuivaus, alipainekuivaus sekä yleisin ja tehokkain kanavakuivaus. Usein valmiiden tuotteiden virheet johtuvat kuivausvaiheen eri tekijöistä. Tällaiset virheet ovat esimerkiksi tuotteen käyristyminen, mittapoikkeamat sekä värivirheet kuvion 1. mukaisesti. (Isomäki ym. 2002, 47.)



Kuvio 1. Puun vuosirenkaat pyrkivät suoristumaan (Puuinfo 2019).

Hygroskooppisena materiaalina puu sitoo ja luovuttaa kosteutta suhteessa ilman suhteelliseen kosteuteen sekä lämpötilaan. (Kuvio 2.) Kun puu kuivuu, puussa olevien soluonteloiden ja soluseinämien sisältämä vesi alkaa haihtua. Kun soluonteloissa oleva vesi on haihtunut, mutta soluseinämät sisältävät vielä enimmäismäärän vettä, puun syyt ovat kyllästymispisteessä. Tällöin puun kosteuspitoisuus on noin 30 %:iin. Kun kosteuspitoisuus laskee alle 30 %:iin, puu kutistuu. Puun kutistuminen on huomattavinta poikkileikkaussuunnassa (noin 0,25 % mitasta per 1 % muutos kosteuspitoisuudessa), mutta myös pituussuunnassa puu muuttaa mittojaan hieman (noin 0,02 % mitasta per 1 % muutos kosteuspitoisuudessa). Hygroskooppisuus säilyy myös pintakäsittelyn jälkeen, sillä pinnoitteet vain hidastavat kosteuden vaihtelua, mutta eivät kokonaan pysäytä sitä. (Puuinfo 2019.)



Kuvio 2. Puutavaran kosteuspitoisuus suhteessa ilman lämpötilaan ja suhteelliseen kosteuteen (Puuinfo 2019).

Ympäristöolosuhteiden hallinnan tärkeys korostuu ikkuna-, ovi- ja huonekaluteollisuuden tuotantolaitoksissa. Ilmankosteuden ollessa oikealla tasolla koko tuotantoprosessin ajan tuotteet pysyvät korkealaatuisina ja tasalaatuisina, raaka-aineen hukka pienenee, sekä tuotantolaitoksen laitteille ja työntekijöille haitallisen puupölyn määrä pienenee. (Airtec Oy 2021.)

2.2 Puun maalaus

Maaleilla ja lakoilla halutaan kappaleelle parempi kestävyys kemiallisia tuotteita sekä kulutusta vastaan. Maaleilla ja lakoilla on samat raaka-aineet, mutta lisäksi maalit sisältävät väripigmenttiä, jotta puupinnasta saadaan halutun värinen. Sen lisäksi maali suojaa puuta enemmän UV-valolta kuin lakka. Monesti luullaan, että maalikäsitteilyllä saadaan kaikki puun pinnassa olevat sekä esikäsitteilyssä aiheutuneet virheet pois näkyvistä, mutta myös maalauksen esityöt, oikeanlainen maali, sekä oikea maalausmenetelmä vaikuttaa suuresti maalatun pinnan lopputulokseen. (Isomäki ym. 2002, 98.)

Maalausmenetelmiä valittaessa on huomioitava pintojen vaihtelevat materiaaliominaisuudet, jotka asettavat vaatimuksia käytettäville tuotteille. Oikean ratkaisun valitsemiseksi on välttämätöntä tuntea, miten pinta ja pinnoite käyttäytyy eri olosuhteissa. Jotta lopputuloksena

saadaan hyväksyttävä pintakäsittelytulos, on kontrolloitava lämpötilaa ja kosteusprosenttia tilassa, jossa aihioita säilytetään. (Isomäki ym. 2002, 98.)

2.2.1 Maalien ominaisuudet

Maalit voidaan jaotella ominaisuuksien mukaan, joita ovat esimerkiksi ohenne, kuivumistapa tai sideaine. Ohenteen perusteella maalit voidaan jakaa vesi- ja liuoteohenteisiin tai liuotteettomiin maaleihin. Jos maalit jaetaan kuivumistavan mukaan, puhutaan fysikaalisesti ja hapettumalla kuivuvista maaleista sekä reaktiomaaleista. (Tikkurila Oy 2009, 1.)

Ohenteiden tarkoituksena on muuttaa ohennetun aineen viskositeetti haluttuun muotoon ja antaa esimerkiksi maalille tai lakalle hyvä levitys- ja tasoitusominaisuus. Ohenteiden väärinkäytöstä syntyy ongelmia pintakäsittelyssä. Ohenteiden avulla voidaan myös vaikuttaa maali- tai lakkapinnan kalvon muodostumiseen säätämällä haihdutusnopeutta. Nopea haihdutus takaa kalvon nopean asettumisen, ja hitaalla haihdutuksella kalvo tasoittuu paremmin, mutta pinnoitteen valumisriski nousee. (Isomäki ym. 2002, 99.)

2.2.2 Sähköstaattinen ruiskutus

Skaalan maalaamossa maalikerrokset levitetään kappaleelle pääasiassa sähköstatiikkaa hyväksikäyttäen. Metodissa hyödynnetään korkeapaineruiskupistoolia, joka varataan yleensä 60 000 voltin jännitteellä. Maalattava kappale maadoitetaan, jolloin pistoolin ja kappaleen välille syntyy sähköstaattinen kenttä. Sähköstaattinen vaikutus riippuu sähkökentän voimakkuudesta sekä ruiskutettavan kappaleen ja pistoolin etäisyydestä, mutta liian suurella jännitteellä varattu pistooli vetää itseensä osan maalihiukkasista. Pistooli pidetään yleensä 150–250 millimetrin etäisyydellä riippuen tilanteesta. Matalissa kosteuksissa puun sähkönjohtavuus on huono, joten ruiskutus tulee aloittaa maadoituspisteestä. (Tikkurila Oy 2009.)

Sähköstaattista kenttää voi hyödyntää monissa pinnoitusmenetelmissä, kuten korkeapaineruiskutuksessa, hajotusilmaruiskutuksessa ja kelloruiskutuksessa. Sähköstatiikkaruiskutuksessa maalauksen ohiruiskutus on pieni. Lisäksi menetelmä säästää aikaa, sillä riittää, että kappaleen ruiskuttaa vain yhdeltä puolelta. (Tikkurila Oy 2009.)

3 LAATU

Kuten moneen muuhunkin asiaan, myös puun maalaustöille on asetettu vaatimuksia ja standardeja. Standardeilla tarkoitetaan julkaisuja, joissa tuotteelle ja niiden valmistukselle on kirjattu yhteisesti sovittuja ominaisuuksia, suosituksia ja vaatimuksia. Kansainvälisiä standardeja julkaisee ISO (International Organization for Standardization). Suomessa vastaavanlainen liitto on Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry.

Ikkunan valmistaja voi hakea tuotteelleen laatumerkin käyttöoikeutta, jos ikkuna tai sen valmistusprosessi täyttää niille esitetyt laatu- ja toiminnalliset vaatimukset. Laatumerkillä varustettuja ikkunoita valvotaan ulkoisilla tarkastuksilla, joita tehdään tietyin väliajoin. (RT 103241 2020, 15.)

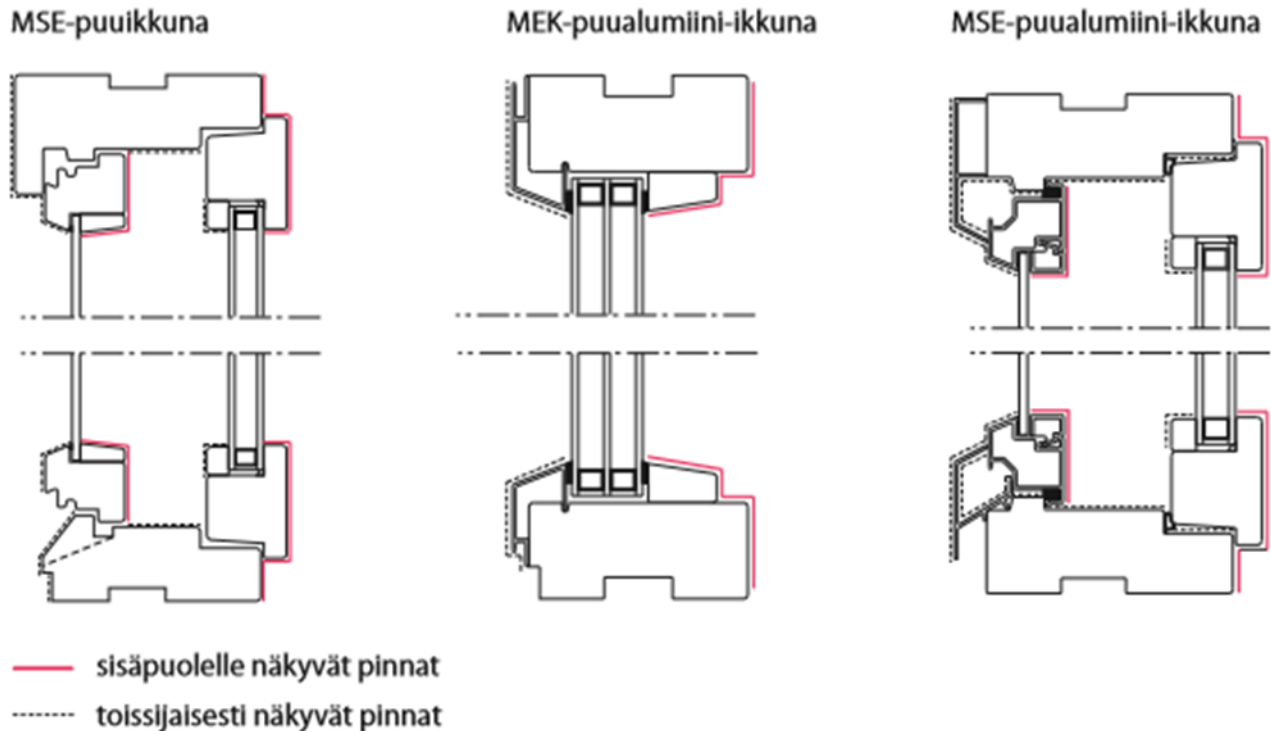
3.1 Ikkunoiden laatuvaatimukset

Puu- ja puualumiini-ikkunoiden puuosille on asetettu ulkonäkövaatimukset RT-kortissa:

Puutavaran ja aihion tulee olla kysymyksessä olevalle puulajille luonteenomaista. Puutavarassa ei saa esiintyä lahovaurioita, kuorta, lylyä, koroa, hyönteisvahinkoja, pihkakoloja eikä vajaasärmää. Jalopuutavarassa ei saa esiintyä eriväristä pintapuuta (ns. läskiä). (RT 103241 2020, 20.)

Ikkunoiden teollista pintakäsittelyä koskeva kohta käsittelee helojen pintakäsittelyn, pintakäsittelyaineiden, alustalle asetettavien vaatimuksien, pinnan tarkastuksen sekä valmiin pinnan ulkonäkövaatimuksia. Näitä vaatimuksia sovelletaan havupuusta valmistettavien ikkunoiden, tuuletusluukkujen sekä parvekeovien tuotannossa. Puupintojen ulkonäöltä on vaadittu seuraavaa:

Maalin, lakan tai puunsuoja-aineen tulee peittää käsiteltäviksi tarkoitetut pinnat ja särmät. Valmiin pinnan tulee olla yleisvaikutelmaltaan yhdenmukainen. Valmiin pinnan ulkonäölle asetettavat vaatimukset esitetään taulukossa 7. Vaatimukset eivät koske metalli- tai muoviprofiileilla verhottuja ikkunan pintoja. Verhouksen alle jäävät pinnat tulee kuitenkin käsitellä vähintään yhteen kertaan pintakäsittelyaineella. (RT 103241 2020, 23.)



Kuvio 3. Puuikkunoiden eri pinnat (RT 103241 2020, 25).

3.2 Valmiin pinnan laatu

Valmiille pinnalle on asetettu sekä peittävän että kuultokäsitellyn pinnan osalta omat vaatimukset. (Kuvio 4.) Vaatimukset ovat erilaiset sisäpuolelle näkyville pinnoille sekä toissijaisesti näkyville pinnoille. (Kuvio 3.) Lopputulos tarkastetaan kahden vuoden kuluttua rakennuksen valmistumisesta, sillä muuten rakennuskosteuden eroavaisuudet saattavat vaikuttaa tuloksiin. Aihion kuivuusaste tuotteiden valmistusvaiheesta tulee olla 9–14 %. (RT 103241 2020, 21–24.)

Ominaisuus	Peittävät käsittelyt		Kuultokäsittelyt	
	Sisäpuolelle näkyvät pinnat	Toissijaisesti näkyvät pinnat	Sisäpuolelle näkyvät pinnat	Toissijaisesti näkyvät pinnat
Puun syyrakenne, lustonousema ja liimasaumat	Sallitaan hyvin lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan	Sallitaan
Alustasta johtuvat syvennykset, viirut ja rosoisuus	Sallitaan hyvin lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan hyvin lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana
Halkeamat	Ei sallita	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana	Ei sallita	Sallitaan, ei kuitenkaan ulkopuitteen ja karmin näkyvissä pinnoissa
Sydänjuova	Ei sallita ulkonäkövikana	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana	Ei sallita	Sallitaan, ei kuitenkaan ulkopuitteen ulkopinnoissa
Puun sinistymä/värivirhe	Sallitaan peittävän käsittelyn alla		Ei sallita pintakäsittelyn jälkeen haittaavana värivikana	
Jatkokset	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan	Sallitaan
Poikkeamia höyläysjäljessä ⁴⁾	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan	Sallitaan
Kiinteät oksat tai paikat kpl/alkava metri	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana, mutta ei saa heikentää tuotteen lujuutta	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana, mutta ei saa heikentää tuotteen lujuutta	Sallitaan 2 kpl max 20 mm oksia tai paikkoja ja lisäksi helmioksia	Puitteissa sallitaan 4 kpl max 20 mm oksia tai paikkoja ja lisäksi helmioksia. Karmissa sallitaan kiinteitä oksia, sen ulkopinnoissa yksittäisiä max 15 mm kiinteitä oksia. Karmissa sallitaan paikkoja 2 kpl max 20 mm. Ulkopuitteen ja karmin ulkopinnoissa sallitaan enintään 1 kpl max 20 mm paikka/alkava metri
Appelsiinipinta	Sallitaan hyvin lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan hyvin lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana
Kuplat, reiät ja nystyrät	Ei sallita	Yksittäisiä sallitaan	Ei sallita	Näkyvissä pinnoissa ei sallita
Oksakellastuma	Ei sallita	Näkyvissä pinnoissa ei sallita	Ei sallita	Näkyvissä pinnoissa ei sallita
Valuma	Ei sallita	Lievää valumaa sallitaan	Ei sallita	Lievää valumaa sallitaan
Silote- ja kittausjäljet	Sallitaan hyvin lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana	Ei sallita	Ei sallita
Värierot	Ei sallita	Ei sallita	Sallitaan puun luontaisista ominaisuuksista ja esikäsitteystä johtuvia värieroja	Sallitaan puun luontaisista ominaisuuksista ja esikäsitteystä johtuvia värieroja
Kiiltoerot	Ei sallita	Sallitaan lieviä kiiltoeroja	Ei sallita	Sallitaan lieviä kiiltoeroja
Pintakalvon halkeilu ¹⁾	Ei sallita	Sallitaan yksittäisiä hiushalkeamia	Ei sallita	Sallitaan yksittäisiä hiushalkeamia
Maalin tai lakan hilseily	Ei sallita	Ei sallita	Ei sallita	Ei sallita
Naarmut ja kolhut	Sallitaan hyvin lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan hyvin lievänä ulkonäkövikana	Sallitaan lievänä ulkonäkövikana
Tartuntajäljet	Ei sallita	Ei sallita	Ei sallita	Ei sallita
Karheus	Ei sallita	Ei sallita	Lakkapinnassa ei sallita. Puunsuoja-aineella käsitellyssä pinnassa sallitaan puunsuoja-aineen nosta- maa lievää karheutta	Lievää karheutta sallitaan
Maalaukorjaukset ²⁾	Lievä maalaustavasta johtuva kiilto- ja sävyero ja epätasaisuus sallitaan	Lievä maalaustavasta johtuva kiilto- ja sävyero ja epätasaisuus sallitaan	Lievä maalaustavasta johtuva kiilto- ja sävyero ja epätasaisuus sallitaan	Lievä maalaustavasta johtuva kiilto- ja sävyero ja epätasaisuus sallitaan

¹⁾ Karmin ja puitteiden kulmaliitoksissa pintakäsittelykalvon halkeilu sallitaan

²⁾ Tapauskohtaisesti harkitaan, kuinka laajalti korjausmaalauksen tehdään. Siveltimellä tehdyn korjausmaalauksen tehdasmaalauksesta pinnasta lievästi poikkeava ulkonäkö sallitaan

³⁾ Ovikynnyksiä tarkastellaan kuultokäsittely-kohdan ulkonäkövaatimusten mukaisesti

⁴⁾ Tavallisimpia höyläysjäljen poikkeamia ovat aaltomainen höyläysjälki ja terien haukkaaminen kappaleen päissä. Höyläysjälki ei saa olla visuaalisesti havaittavissa, kun pintaa tarkastellaan 2 metrin etäisyydellä kohtisuoraan tarkastelupinnasta normaalissa sironneessa päivänvalossa tai vastaavassa keinovalossa.

Kuvio 4. Pintakäsiteltyjen puupintojen ulkonäkövaatimukset (RT 103241 2020, 24).

Teollista pintakäsittelyä suoritettaessa valmista pintaa tulee aina silmämääräisesti tarkastella pinnoituksen jälkeen, jossa selvitetään mahdolliset virheet. Pinnan tarkistuksessa huomioidaan seuraavat asiat:

Valmiin pinnan arvostelun perusteena on käsitellyn pinnan ulkonäkö, pinnan yhdenmukaisuus ja ulkonäössä esiintyvät virheet. Pintaa arvosteltaessa otetaan huomioon kokonaisuus ja käsiteltävälle pinnalle ominainen rakenne. Tarkistuksessa huomioidaan normaalikäytön aiheuttama kuluminen, joka ei ole laatuvirhe. Sisäpintaa katsotaan normaalilta katseluetäisyydeltä, kahden (2) metrin päästä kohtisuoraan tarkasteltavaa pintaa vasten normaalissa sironneessa päivänvalossa tai vastaavassa keinovalossa. Keinovalon tulee kohdistua pinnalle katsojan takaa. (RT 103241 2020, 23.)

4 PROSESSIN NYKYTILA

4.1 Puutavaran varastointi ennen koneistusta

Puutavaran tullessa tehtaalle, varastoidaan se ulkovarastoon, joka on yhdeltä seinältä avoinna oleva pressuhalli. (Kuva 1.) Puutavara on peitetty muovilla ylimääräiseltä kosteudelta suojaamiseksi.



Kuva 1. Pressuhalli (Riihimäki 2021).

Toisena varastointipaikkana on vastikään varastokäyttöön otettu höylän läheisyydessä sijaitseva sisävarasto. (Kuva 2.) Puut tuodaan ulkovarastosta tarpeen vaatiessa sisävarastoon odottamaan työstöä. Kappaleiden ulkovarastosta suoraan työstöön menoa pyritään välttämään. Jotkin tietyt puut tuodaan ulkovarastosta höylälle kuivumaan, kun taas jotkut kuivuvat sisävarastossa ennen höyläystä. Sisävarastossa on ilmankostutusjärjestelmä, sekä se on lämmitetty.



Kuva 2. Sisävarasto (Riihimäki 2021).

4.2 Höyläys

Skaalalla on käytössä SCM sekä Weinig -merkkisiä höyliä. Ikkunapuolen SCM System 5.2-linjalla höylätään sisäpuutteet sekä kiinteiden ikkunoiden karmit. Linjan käsittelypöydällä pystyy käsittelemään minimissään 30x30x250 millimetrin ja maksimissaan 200x100x3000 millimetrin kokoista puuta. Linjassa on tappikoneen ja kuljettimen lisäksi yksi oikohöylä ja kaksi profiilihöylää automaattisilla sivupystykarroilla ja useilla työkaluilla. Linjaan kuuluu myös profiilihöylä karmituotteille. (Soitu 2021.)

4.2.1 Profiilihöylä 1

– Työstöleveys	230 mm
– Työstökorkeus	120 mm
– Karan halkaisija	40 mm
– Karan vertikaalinen pituus	140 mm
– Karan horisontaalinen pituus	250 mm

4.2.2 Profiilihöylä 2

– Syöttönopeus	3,5–35 m/min
– Kappaleiden maksimitat	200x130 mm
– Kappaleiden minimimitat	30x30 mm

4.2.3 Profiilihöylä 3

– Syöttönopeus	5–25 m/min
– Kappaleen minimimitat	25x6 mm
– Kappaleen maksimitat	240x120 mm
– Kappaleiden maksimipituus	620 mm

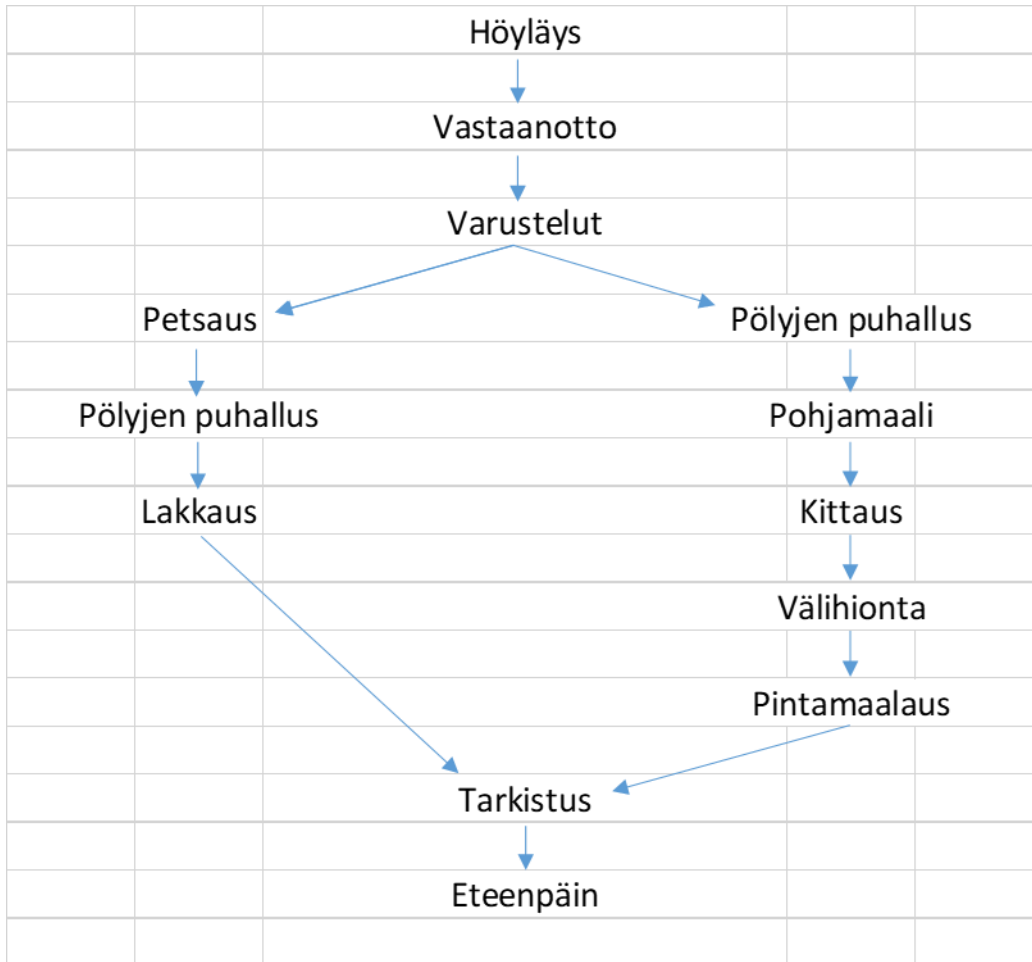
4.2.4 Tapituskone

– Syöttönopeus	kuljetustilassa korkeintaan 120 m/min työstötilassa korkeintaan 25 m/min
– kappaleiden minimipituus	170 mm (automaattisella ajolla 260 mm)
– kappaleiden maksimipituus	3100 mm
– kappaleiden maksimipaksuus	130 mm

Ennen höyläysvaihetta puiden kosteusprosentti mitataan. Puukasan päällä on usein muovi, johon kertyy kondenssivettä puukasan kuivuessa. Tästä syystä päällimmäisten puiden mittaustulosten tarkkuuteen ei aina voi luottaa. (Niemistö 2021.)

4.3 Pintakäsittelyn työvaiheet

Höyläyksen jälkeen höylän jälki tarkistetaan ja näkyvät viat kitataan sekä hiotaan tasaiseksi. Hionnalla varmistetaan myös kappaleiden sileys, ja pintakäsittelyaineiden parempi tarttuvuus kappaleen pintaan. Hionnan jälkeen suoritetaan petsaus ja lakkaus, venttaus ja lakkaus tai maalaus riippuen tilauksesta kuvion 5. mukaisesti.



Kuvio 5. Työvaiheet (Riihimäki 2021).

Höyläyksen jälkeisessä vastaanotossa puu kitataan mahdollisten virheiden esiintyessä, sekä pinta hiotaan pintakäsittelylle sopivaksi. Varustelulla tarkoitetaan esimerkiksi asennusreikien tekoa karmeihin tai muita vastaavia työvaiheita, jotka suoritetaan, mikäli asiakas haluaa. Lakkausta edeltävä pölyjen puhallus suoritetaan vain tietyissä tilanteissa. Petsattu pinta vaatii aina lakkakerroksen, mutta kappale voidaan lakata myös ilman petsausta.

Petsauksen tavoitteena on tummentaa puun pinta siten, että syyt jäävät näkyviin. Petsi ei kuitenkaan itsessään vielä anna puulle suojaavaa pintaa, vaan sen päälle lisätään suoja-ainekerros, yleisimmin lakka. Lakkakerros suojaa puuta esimerkiksi naarmuilta ja kulumilta. Jos kappaleen pinnalle tulee pelkkä lakka, ennen lakkausta kappaleille suoritetaan venttaus, jossa kappaleet kastetaan kyllästeaineeseen.

4.3.1 Pohjamaalaus

Pohjamaalin tavoitteena on luoda pintamaalille tasainen ja hyvä tarttumapinta. Skaalalla käytetään liuotinhenteistä Teknos Teknodur Wood Primer 1005-10 -maalia. Maali on kaksikomponenttista polyuretaanipohjamaalia, joka on suunniteltu puuikkunoille ja ulko-oville. Se kuivuu nopeasti ja on helppo hiottava. (Teknos 2019.) Maalin tuoteselosteessa kerrotaan seuraavaa:

Maalattavan pinnan tulee olla kuiva. Maalaustyön ja maalin kuivumisen aikana tulee ilman, pinnan ja maalin lämpötilan olla yli +5°C ja ilman suhteellisen kosteuden alle 80 %. Paras lopputulos saadaan, kun ilman lämpötila on +23 - +38°C, ilman suhteellinen kosteus on 50 - 70 % ja ilmanvaihto on hyvä. (Teknos 2019, 2.)

Pohjamaalauksen jälkeisellä välihionnalla taataan puun sileys pintamaalausvaiheessa. Pohjamaalin aikana maalipintaan ilmestyy pientä karheutta, ”karvaa”, joka hiotaan pois. Hionta suoritetaan kevyesti, sillä pohjamaalia ei ole tarkoitus hioa puhki.

4.3.2 Pintamaalaus

Pintamaalina käytetään Teknos Aquatop 2760-12 -maalia. Maali on akryyliperustainen, vesiohenteinen säänkestävä pintamaali puu-alumiini-ikkunoiden säänrasituksilta suojatuille osille (Teknos 2020). Maalin tuoteselosteessa kerrotaan seuraavaa:

Maalaustyön ja maalin kuivumisen aikana tulee ilman, pinnan ja maalin lämpötilan olla yli +15 °C ja ilman suhteellisen kosteuden alle 80 %. Paras lopputulos saadaan, kun ilman lämpötila on +23 - 38 °C, ilman suhteellinen kosteus on 50 - 70 % ja ilmanvaihto on hyvä. (Teknos 2020, 2.)



Kuva 3. Pintamaalaukstilaa (Riihimäki 2021).

Pintamaalaus suoritetaan automaattisessa maalauksyksikössä. (Kuva 3.) Pintamaalauksen jälkeen kappale tarkastetaan maalauksivirheiden varalta. Jos maalipinnassa ilmenee huomattavia virheitä, kappale siirretään sivuun, tarpeen vaatiessa kitataan ja hiotaan sekä maalataan käsin uudelleen. Tämän jälkeen suoritetaan vielä toinen tarkistus, jonka jälkeen kappale lähetetään seuraavaan työvaiheeseen.

4.3.3 Maalin kuivaus



Kuva 4. Pohjamaalin kuivausuuni (Riihimäki 2021).

Kappaleiden kuivaus tapahtuu tehostetusti kuivausuuneissa. (Kuva 4.) Pintamaalin kuivausuunin lämpötilaa pidetään noin 30 celsiusasteessa ja pohjamaaliuunin lämpötilaa noin 35–40 celsiusasteessa. Kappaleet ovat uunissa kuivumassa noin 3 tuntia.

5 PINNANLAATUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

5.1 Aihion varastointi

Puutavaran tullessa Skaalan varastoon, on sen kosteuspitoisuus noin 10–13 %. Varsinkin talviaikaan varastointi ulkona voi tuottaa ongelmia. Myös puun jäätyminen on ongelma, jos aletaan työstämään pakkasesta tulleita puita ilman, että niiden annetaan kuivua kunnolla. Kun tuotteet tuodaan sisävarastoon ennen höyläystä, ne alkavat pikkuhiljaa sulaa ja kuivua.

Puutavaran kosteus tulisi pitää lähellä loppukosteutta aina höyläyksestä kokoonpanoon saakka. Torvisen (2021) mukaan Skaalan tuotantotiloissa olevat ilmankostuttimet ovat säädetty pitämään ilman suhteellisen kosteuden 40 %:ssa ja täten puun kosteuspitoisuus pyrkii 20°C lämpötilassa tasoittumaan noin 8 %:iin. (Kuvio 6.) Hillin (2021) mukaan Skaalan tiloissa lämpötila saattaa vaihdella kylmillä keleillä muutamista celsiusasteista aina lähes 30 celsiusasteeseen kesäaikana, joka vastaa 40 % ilmankosteudessa alimmillaan noin 7 % sekä ylimmillään noin 9 % puun kosteuspitoisuutta. Optimaalinen puun kosteuspitoisuus ikkunateollisuudessa on noin 8–12 %. Statiikkaruiskutuksen kannalta on parempi, mitä kosteampi maalattava kappale on puun sähkönjohtavuuden eli maalin tarttumisen kannalta.

		Ilman lämpötila						
		0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
Ilman RH	40	9,1%	8,9%	8,6%	8,3%	8,0%	7,6%	7,2%
	45	10,0%	9,7%	9,5%	9,2%	8,9%	8,5%	8,2%
	50	10,9%	10,5%	10,2%	10,0%	9,7%	9,3%	9,0%
	55	11,8%	11,6%	11,2%	11,0%	10,5%	10,2%	9,9%
	60	12,7%	12,5%	12,1%	11,9%	11,6%	11,3%	11,0%
		Puun kosteuspitoisuus						

Kuvio 6. Puun kosteusprosentti eri olosuhteissa (Riihimäki 2021).

Osaa puista kuluu paljon eikä välttämättä puita ehdi pitää kauaa sisävarastossa, mutta osaa puista käytetään vain harvoin, ja ne saattavat olla kuukausia käyttämättömänä. Tämä tuottaa osaltaan ongelmia varastoinnissa, sillä sisävarastossa ei millään ole tilaa kaikelle tarpeelliselle puutavaralle. Jos pressuhallikin olisi lämmitetty, se auttaisi varastointivaiheessa. (Hill 2021.)

5.2 Höyläys

Puun kosteus ei vaikuta merkittävästi höyläysvaiheeseen. Ainoastaan puun ollessa oikein kuivaa, saattaa työstössä ilmetä ongelmia. Puun kosteuden alarajaa voidaankin pitää puitteiden kohdalla 9 %, sekä karmeissa 8 %, jonka alle mentäessä saattaa ilmetä ongelmia höyläysjäljessä. (Hill 2021.)

Puiden höyläykseen käytetään muun muassa kuvassa 5. näkyvää SCM System 5.2-höyläyslinjastoa, sekä kuvassa 6. näkyvää SCM Windor-höyläyslinjastoa.



Kuva 5. SCM System 5.2 (Riihimäki 2021).



Kuva 6. SCM Windor (Riihimäki 2021).

5.3 Maalausvirheet

Maalaamon tiloissa oli taulu, johon oli lueteltu mahdolliset kappaleissa esiintyvät virheet. Taululle merkataan joka päivälle valmistettujen tuotteiden määrä, virheiden päivittäinen lukumäärä, viikon yhteenlaskettu virheiden määrä kutakin virhettä kohti sekä päivän kaikkien virheiden osuus koko päivän aikana valmistetuista kappaleista. Havainnointihetkellä taulussa oli kahden edellisen viikon tulokset, sekä kuluvan viikon tulokset kuluvaan päivään asti.

Havainnoinnin perusteella eniten virheitä aiheutti kappaleissa esiintyneet valumat, kuivumat, halkeamat, rokonarpisuus, sekä kittauksessa tapahtuneet virheet. Jonkin verran virheitä esiintyi myös hiontavaiheen seurauksena.



Kuva 7. Halkeama (Riihimäki 2021).

Halkeamilla (Kuva 7.) tässä asiayhteydessä tarkoitetaan puun aihioissa olevia kohtia, jotka ovat halkeilleet, ja jotka ovat johtaneet kittaukseen.



Kuva 8. Jatkosvirhe (Riihimäki 2021).

Jatkosvirheillä (Kuva 8.) tarkoitetaan usein jatkosten kohdalla esiintyviä vikoja, kuten pieniä rakoja tai halkeamia.



Kuva 9. Rokonarpi (Skaala IFN Oy 2021).

Rakonarvilla (Kuva 9.) tarkoitetaan pieniä pisteitä, koloja ja muita pieniä epäkohtia puun pinnalla. Osa virheistä on vaikeasti huomattavia puun pinnalla ja tulee esiin vasta, kun puu on saanut maalipinnan.



Kuva 10. Valuma (Skaala IFN Oy 2021).

Valumilla (Kuva 10.) tarkoitetaan esimerkiksi kappaleiden reunoissa tapahtuvaa maalin valumista. Valuminen saattaa johtua maalikerroksen liiallisesta paksuudesta tai väärästä viskositeetista (Tikkurila Oy 2009).

Jonkin verran esiintyi myös maalista kuivia kappaleita. (Kuva 11.) Usein tällä tarkoitetaan liian ohutta maalikerrosta. Maalin kiinnitarttumisen saattaa estää muun muassa lika puun pinnassa, huono välilihionta tai se, että pohjakerros ehtii kuivumaan liikaa ennen pintamaalausta (Tikkurila Oy 2009).



Kuva 11. Ohueksi jäänyt maalikerros (Skaala IFN Oy 2021).

5.4 Tunnistimet

Selvitystyön aikana kävi ilmi, että osa kuivista sekä valumista saattaa johtua tunnistuspisteen epätarkkuudesta. Kappaletunnistuspiste (Kuva 12.) on linjaston radalla ennen maalausta oleva

kohta, jossa levy kääntää kappaleen ja anturi tunnistaa kappaleen paksuuden mukaan työkierrossa olevan osan. Näin määräytyy käytetty maalausohjelma kappaleelle.



Kuva 12. Kappaletunnistin (Riihimäki 2021).

Tunnistimet olivat kiinnitetty katossa olevaan linjastoon, jossa kappaleet liikkuvat. Käynnissä ollessaan linjasto värähteli hieman, ja värähtely resonoitui myös tunnistusanturien kiinnitystolppiin ja sitä kautta antureihin. Värähtelyn takia oli mahdollisuus, että tunnistus epäonnistuu. Virheellisen tunnistuksen takia kappaleelle saattaa valikoitua väärä maalausohjelma ja täten väärä kappaleeseen ruiskutettava maalimäärä. Tunnistus vaikuttaa myös siihen, pyöriikö kappale maalauksen aikana vai ei. Karmien kohdalla pyöritystä tarvitaan, sillä kyseessä on puitetta isompi kappale, johon taas ei tarvita pyöritystä maalausvaiheessa.

Ratkaisuksi mietittiin mahdollista tuentaa tunnistimen tangon sekä ohjauslevyn tangon välille. Tuennasta tulisi kuitenkin liian hutera myös ohjauslevyn tangon ollessa hutera. Päädyttiin

lopputulokseen, että tunnistimet tulisi asentaa maahan. Täten tunnistimet eivät pääse resonoimaan linjaston vaikutuksesta.

5.5 Tutkimus höylätyn puun kuivumisesta

Tutkimusta varten höylättiin 4 kappaletta yhden metrin mittaisia välipuitteita. Tutkimuksen tarkoituksena oli saada tietoa eri varastointialueiden vaikutusta kappaleen kuivumisnopeuteen. Testissä selvitettiin myös maalipinnan vaikutusta kuivumisnopeuteen. Mahdollisia säilytysalueita mietittiin sen mukaan, missä tuotteita säilytetään eniten. Paikoiksi valikoitui maalaamattomien kappaleiden ripustusalue, jossa kappaleita pidetään ennen maalausta. Toiseksi alueeksi valittiin maalattujen kappaleiden varastoalue (Kuva 13.), jossa maalattuja tuotteita pidetään ennen seuraaviin työvaiheisiin menoa.



Kuva 13. Maalattujen kappaleiden varastoalueella säilytetyt testipalat (Riihimäki 2021).

Kappale mitattiin aina molemmista päistä sekä keskeltä, ja näistä otettiin keskiarvo. Yksittäiseen mittaukseen saattaa vaikuttaa puun pihka, oksat, syyt ynnä muut muuttujat puun sisällä, joten kolmen mittauksen keskiarvolla saadaan varmempi tulos. Mittauksia suoritettiin kahden viikon ajan 22.3.2021 - 6.4.2021 päivittäin.

Mittauksia tehdessä tarkan tuloksen saaminen osoittautui vaikeaksi. Sormijatketusta puusta tehdyn ikkunapuitteen eri osien kosteusprosentti ei ollut yhdenmukainen. Mittaustulosten perusteella kuitenkin voidaan todeta, että maalaamaton puu kuivuu nopeammin kuin maalattu. Varastoalueella säilytetyt puut hakeutuvat matalammalle kosteustasolle verrattuna

maalaamossa säilytettyihin puihin. Tämä ei suoranaisesti vaikuta maalaamon korjausprosenttitilastoihin, mutta jos tuotteet pääsevät kuivumaan varastossa liikaa, seuraa siitä ongelmia seuraavassa työvaiheessa. Kahden viikon ajanjakso on liian lyhyt arvioimaan lopullista kosteutta, mutta testillä saatiin selville suuntaa antavat tulokset siitä, miten kappale kuivuu päivittäin höyläyksen jälkeen sekä siitä, miten maalipinta vaikuttaa kuivumiseen.

Mittalaitteena käytettiin Gann Hydromette HT65 -kosteusmittauslaitetta. (Kuva 14.) Mittalaitteessa on ulkoiset iskukärjet, jotka lyödään mitattaan puuhun sopivaan kohtaan kiinni. Laitte mittaa kärkien välistä resistanssia, ja ilmoittaa kosteuden näytöllä. Laitteessa on valmiit esiasetukset yli 300 puulajin mittaamiseen, sekä mahdollisuus syöttää materiaalin lämpötila tarkemman tuloksen saamiseksi.



Kuva 14. Gann Hydromette HT65 -kosteusmittauslaite (Riihimäki 2021).

6 TULOKSET

Opinnäytetyön aikana perehdyttiin pinnan virheiden juurisyihin. Osoittautui, että monen virheen taustalla on useampi pienempi tekijä, joita on vaikeampi lähteä korjaamaan. Työssä päätettiin keskittyä löytämään kehittämissideoita, joilla olisi mahdollisimman suuri vaikutus korjausprosentin alentamiseen. Tämänlaisiksi kohteiksi valikoituivat maalausta edeltävät tunnistuspisteet sekä pintakäsittelyvaiheen loppupuolella suoritettavan pinnantarkastuksen olosuhteet. Näiden lisäksi listattiin muita kehitysideoita, jotka mahdollisesti vaikuttavat myönteisesti prosessiin.

6.1 Ilman suhteellinen kosteus hallissa

Ilman suhteellisen kosteuden nostolla saavutettaisiin kappaleiden kosteuden tasaantuminen korkeammalle. Jos kappaleet ovat pitkään varastossa, ne pääsevät kuivumaan optimaalisen kosteustason alapuolelle, joka voi aiheuttaa ongelmia työstössä. Kosteuskäyrää (Kuvio 2.) tarkastelemalla voidaan todeta, että asettamalla ilman suhteellinen kosteus 45–50 %:n kohdalle, tasoittuu kappaleiden kosteus noin 9–10 %:iin. Maalauksen kannalta maalausta edeltävässä tilassa kosteustaso olisi optimaalisessa tilanteessa hieman korkeammalla, jotta maali tarttuisi hyvin kappaleeseen. Sen sijaan yrityksessä nähtiin aiheelliseksi testata ilman suhteellisen kosteuden nostoa puun varastointiin käytetyssä tilassa, mutta jatkotoimenpiteet jäivät yrityksen mietittäväksi.

6.2 Puupinojen suojamuovit

Varastoinnin osalta kehitysehdotuksena oli muovien poistaminen puupinojen päältä, kun puupino tuodaan sisävarastoon kuivumaan. Tämä estäisi kondenssiveden kertymisen muovin pintaan ja näin puupino kuivuisi tasaisemmin. Kuitenkin muovit suojaavat puita epäpuhtauksilta, ja muovien poistaminen sisään tuodessa aiheuttaisi uuden ongelman. Myös muovien halkaisua mietittiin yrityksen edustajien kanssa. Muovin viiltäminen keskeltä puupinoa saattaisi päästää suurimmat kosteudet puupinosta pois, mutta silti pitää epäpuhtaudet poissa puiden pinnalta. Sovittiin, että yritys tutkii muovien viiltämisen vaikutusta puupinoon lähitulevaisuudessa.

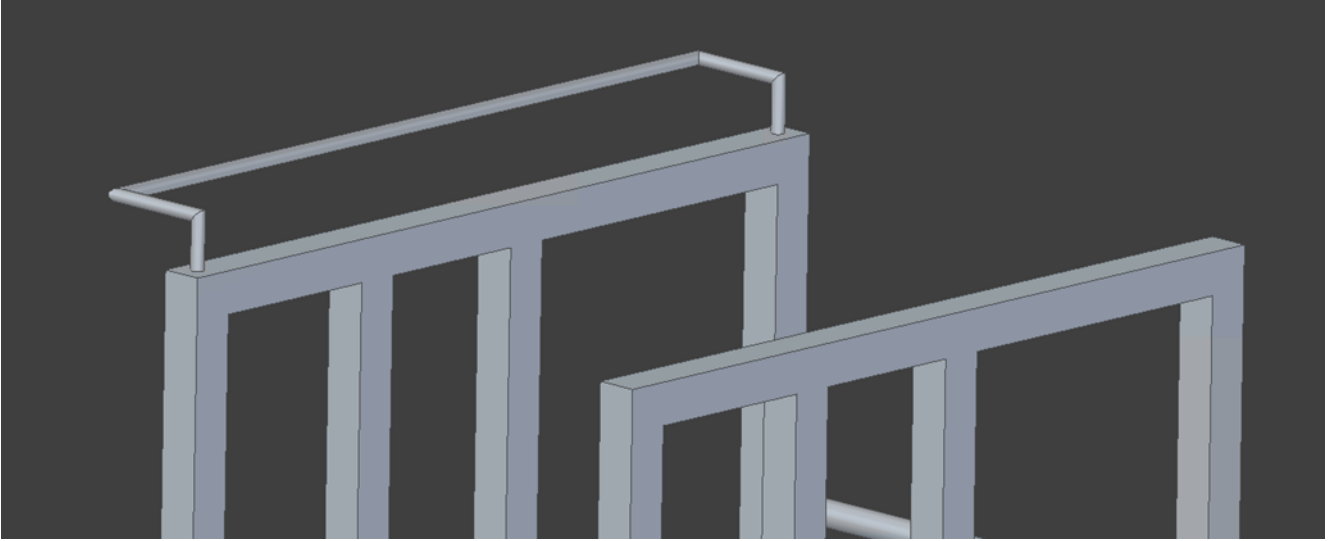
6.3 Kosteusmittari

Tämänhetkiselä puun kosteusmittarilla mitattaessa on inhimillisen virheen mahdollisuus, sillä mittariin tulee itse syöttää lämpötila. Puun aistinvaraisella tarkastelulla ei saada tarkkaa tulosta puun lämpötilasta. Mittaustulokseen vaikuttaa myös puun sisäiset muuttujat, kuten pihka, jatkokset sekä puun syyt. Markkinoilla on myös mittareita, jotka ottavat kappaleen lämpötilan huomioon. Tämä osaltaan vähentäisi inhimillisen virheen mahdollisuutta mittausvaiheessa, ja mittaustuloksesta tulisi tarkempi. Osoittautui, että nykyiset kosteusmittarit ovat tarpeeksi tarkat, eikä puun lämpötila vaikuta mittaustulokseen niin radikaalisti, että automaattiselle lämpötilakompensoinnille olisi tarvetta.

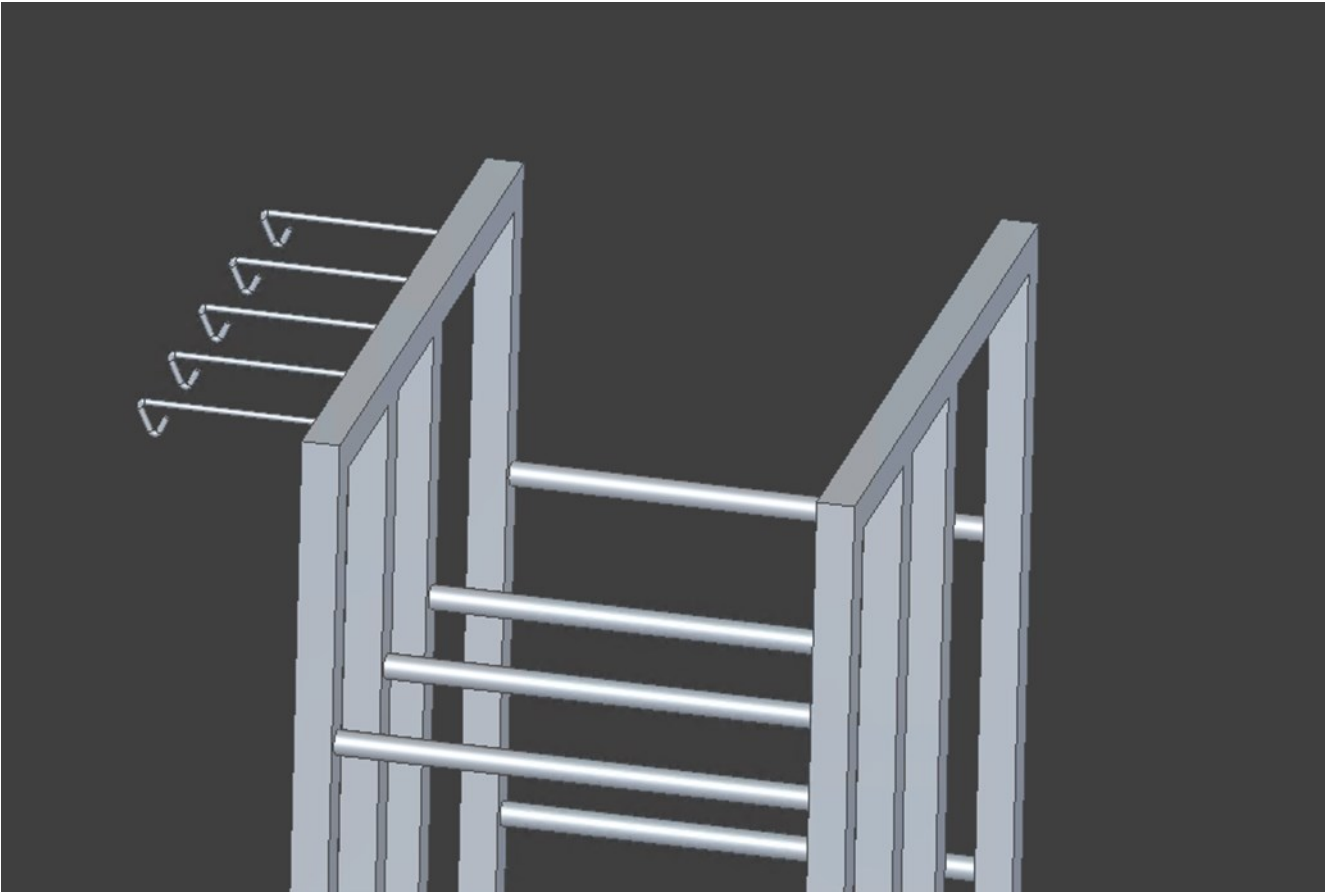
6.4 Pinnanlaadun tarkastus

Purkupisteellä kappaleet tarkistetaan silmämääräisesti lähietäisyydeltä, mutta tarkistuksen yhteydessä valaisu ja tarkasteluetäisyys vaihtelee. Maalaamon työntekijöitä haastateltaessa kävi ilmi, ettei kunnollisia, selkeitä ja kirjallisia ohjeita ole annettu kappaleiden tarkastamiselle. RT-kortin ohjeistuksen mukaan tarkastelu tulisi suorittaa kahden metrin etäisyydeltä niin, että valo kohdistuu kappaleeseen katsojan takaa. Liian läheltä katsottuna korjausmaalaukseen saattaa päätyä tuotteita, joita ei välttämättä laatumääräysten perusteella tarvitsisi korjata. Kappaleen peilaaminen valoa vasten tuo esille pienetkin virheet. Päätettiin, että tarkastuspisteelle luodaan selkeät ohjeistukset lähitulevaisuudessa.

Kappaleiden maalausjäljen tarkistuspisteelle päätettiin suunnitella muutama vaihtoehto pisteestä, jossa tuotteet voisi tarkastaa oikeissa olosuhteissa. Yhtenä vaihtoehtona oli liikutettava kärry tai vaihtoehtoisesti nykyisen kärryn muokkaaminen sen malliseksi, että siihen saa asetettua kappaleet niin, että ne voi viedä valaistuun pisteeseen, ja että ne ovat mahdollisia tarkistaa oikeissa olosuhteissa. Kappaleiden pituusvaihtelu on suuri, noin 30 senttimetristä yli kaksi metriin, joten kärryn tulisi olla optimaalinen niin pitkille kuin lyhyillekin kappaleille. Mallit luotiin Solid Edge -3D-mallinnusohjelmalla. Malleja luotiin liikutettavasta kärrystä 2 kappaletta. Ensimmäisessä konseptimallissa (Kuvio 7.) oli yksinkertainen tanko kappaleiden ripustusta varten. Toisessa konseptimallissa (Kuvio 8.) kappaleiden ripustukseen käytettiin koukkuja.



Kuvio 7. Kärrykonsepti 1 (Riihimäki 2021).



Kuvio 8. Kärrykonsepti 2 (Riihimäki 2021).

7 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tutustua maalauksen työvaiheisiin, työtappoihin, maalauslinjastoon sekä maalausta edeltäviin työvaiheisiin ja selvittää perimmäiset syyt sille, mitkä asiat johtavat kappaleiden korjaukseen. Työn aikana perehdyttiin ensin puun maalaukseen, ja siihen liittyvään teoriaan, standardeihin, RT-kortteihin ja muihin laatuvaatimuksiin. Varsinaisia standardeja, jotka olisivat tarkasti liittynyt aiheeseen, löytyi huonosti. Sen sijaan RT-kortistosta löytyi hyvin tietoa muun muassa puun teollisen pintakäsittelyn laatuvaatimuksista. Sen jälkeen siirryttiin tutustumaan Skaalan oman maalaamon prosessiin, työvaiheisiin ja työkiertoon.

Työn aikana suoritettiin muutamia haastatteluja, joissa selvitettiin työntekijöiden näkemyksiä asioista. Haastatteluiden tuloksena saatiin ideoita mahdollisista puun maalausvirheiden juurisyistä. Työn loppuvaiheessa tutkittiin myös puun kuivumista maalaamon eri alueilla. Tuloksena saatiin taulukko, joka osoittaa vastahöylätyn kappaleen kuivumisnopeuden maalaamattomana ja maalattuna. Taulukko annettiin yritykselle käyttöön, jotta yritys voisi tulevaisuudessa hyödyntää tutkimuksiin ja kehittämiseen. Tulokset ovat kuitenkin vain suuntaa antavia, sillä tuloksiin vaikuttaa moni eri muuttuja puun sisällä. Varsinkin sormijatketun puutavaran todellisen kosteuden mittaaminen on haastavaa, sillä aihio koostuu monesta osasta, joiden kosteus voi vaihdella paljon.

Kehitysideat esiteltiin loppuvaiheessa yritykselle, ja yrityksessä oltiin tyytyväisiä lopputuloksiin. Muutaman idea otettiin yrityksen sisällä tarkempaan mietintään ja niiden mahdollinen testaus ja toteutus tapahtuisi lähikuukausina.

LÄHTEET

- Airtec Oy. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Ilmankosteuden hallinta tuo taloudellisia hyötyjä. [Viitattu 3.2.2021]. Saatavana: <https://airtecsolutions.fi/ratkaisut/metsateollisuus>
- Hill, R. 2021. Puutuotteiden hankintapäällikkö. Skaala Oy. Suullinen tiedonanto 15.2.2021.
- Isomäki, O., Koponen, H., Nummela, A. & Suomi-Lindberg, L. 2002. Raaka-aineet ja aihiot. 1 p. Helsinki: Opetushallitus.
- Isosomppi, J. 2021. Maalaamon purkaja. Skaala Oy. Suullinen tiedonanto 17.3.2021.
- Niemistö, J. 2021. Höylän työntekijä. Skaala Oy. Suullinen tiedonanto 25.2.2021.
- Peltoniemi, M. 2021. Maalaamon työntekijä. Skaala Oy. Suullinen tiedonanto 17.2.2021.
- Puuinfo. 2019. [Verkkosivu]. Puutavaraopas 2019. [Viitattu 2.2.2021]. Saatavana: https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/06/Puutavaraopas_2019_netti.pdf
- RT 103241. 2020. Puu- ja puualumiini-ikkunat. Ominaisuudet ja laatuvaatimukset, asennus, huolto ja kunnossapito. Helsinki: Rakennustieto.
- Skaala IFN Oy. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Skaala ikkunat ja ovet Oy. [Viitattu 28.1.2021]. Saatavana: <http://www.skaala.com/>
- Skaala IFN Oy. 2021. Skaalan omia tiedostoja. [Verkkojulkaisu]. Skaala IFN Oy. [Viitattu 11.3.2021]. Saatavana: Vain yrityksen sisäisessä käytössä.
- Soitu, A. 2021. Huoltopäällikkö. Skaala Oy. Henkilökohtainen sähköpostiviesti 8.3.2021.
- Teknos. 2020. Aquatop 2760-12 pintamaali. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 8.3.2021]. Saatavana: https://www.teknos.com/document/tds/fi_2760-12_2.pdf
- Teknos. 2019. Teknodur Wood Primer 1005-10 polyuretaanipohjamaali. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 8.3.2021]. Saatavana: https://www.teknos.com/document/tds/fi_6031_2.pdf
- Tikkurila Oy. 2009. [Verkkosivu]. Puun teollinen pintakäsittely. [Viitattu 3.2.2021]. Saatavana: <https://docplayer.fi/2048659-Puun-teollinen-pintakasittely.html>
- Torvinen, H. 2021. Sähkötöiden vastaava huoltomies. Skaala Oy. Suullinen tiedonanto 16.2.2021.
- Voutilainen, M., Holmberg, K., Lavikainen, P., Riihimäki, M., Saimovaara, J. & Törmä, M. 2010. Puutuoteteollisuus ABC: Tuotetietous. Helsinki: Opetushallitus.

LIITTEET

Liite 1. Tulokset kappaleiden kuivumistestistä

Liite 2. Haastatteluvastaukset

Liite 1. Tulokset kappaleiden kuivumistestistä

